COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1886.

PRÉSIDÉE PAR M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Analyse cinématique de la course de l'homme* [1]. Note de M. Marey. (En commun avec M. Demeny.)

« Dans la figure ci-jointe sont représentées les attitudes successives du membre inférieur droit dans un pas complet. Deux accolades divisent le pas en période d'appui A et période de lever L. Cette durée est subdivisée à son tour en quatre phases inégales dont les trois dernières appartiennent au lever du pied.

» A. *Mouvements du membre inférieur pendant la période d'appui du pied.* — En général, le pied s'appuie par la plante, quelquefois par le talon, rarement par la pointe; dans ce dernier cas, le pas subit un raccourcissement.

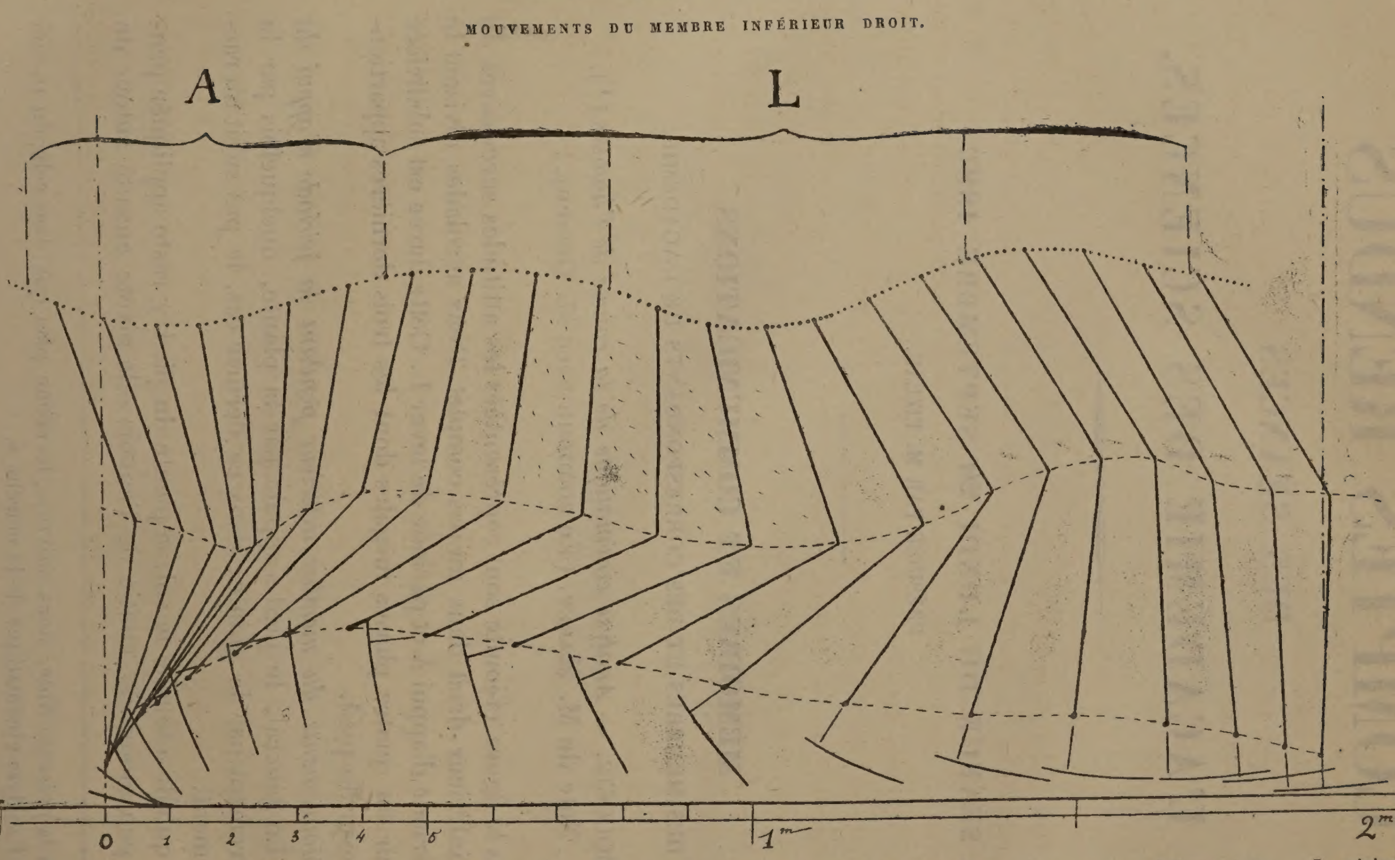
» Dès qu'elle a touché le sol, la plante du pied y reste appliquée pendant un peu moins de moitié de l'appui; elle pivote ensuite autour de

---

(1) Dans la présente Note, nous suivrons le même plan que dans celle du 19 mai 1884 « sur l'analyse cinématique de la marche ».

CINÉMATIQUE DE LA COURSE.

MOUVEMENTS DU MEMBRE INFÉRIEUR DROIT.



A, période d'appui du pied droit; le pied, qui avait été immobile dans la première partie de cette phase, pivote autour de sa pointe. — L, période de lever du pied; elle se divise en trois phases : la première et la dernière correspondent à des suspensions du corps au-dessus du sol; la trajectoire de la hanche y est convexe par en haut; la phase moyenne correspond à l'appui du pied gauche; la trajectoire de la hanche y est concave par en haut.

Dans ces épures chronophotographiques, les vitesses se mesurent d'après l'écartement des images qui sont prises à des intervalles de temps égaux. Un ralentissement se traduit donc par un rapprochement des points sur la trajectoire, une accélération par l'écartement de ces points.

l'extrémité des métatarsiens, et, dans ce déroulement, l'angle décrit peut être de 90°, de sorte que la face plantaire du pied soit à peu près verticale. L'emploi de semelles plus ou moins rigides et plus ou moins longues reporte le centre de déroulement du pied en avant des métatarsiens et même au delà de l'extrémité des orteils.

» *Trajectoire de la cheville.* — Immobile pendant l'appui de la plante du pied, la cheville entre en mouvement dès que le talon se détache; elle décrit alors sensiblement un arc de cercle autour de la pointe du pied; le rayon de ce cercle est accru par la longueur et par la rigidité des semelles.

» *Trajectoire du genou.* — Dans la première phase de l'appui, alors que la cheville est immobile, le genou décrit un arc de cercle engendré par la flexion de la jambe sur le pied. Mais, dès que le talon se détache, la trajectoire du genou présente un point de rebroussement et s'élève brusquement, car l'extension de la jambe sur le pied, qui se produit alors, a le double effet de diminuer la vitesse angulaire de la jambe et d'allonger la distance qui sépare le genou du point d'appui sur le sol.

» *Trajectoire de la hanche.* — Elle résulte de la trajectoire du genou modifiée par les mouvements de la cuisse sur la jambe. La cuisse se fléchit d'abord sur la jambe pendant la première phase de l'appui; elle s'étend au contraire pendant la seconde, c'est-à-dire pendant que le pied s'étend lui-même.

» Les changements dans la longueur du membre et les angles sous lesquels ils se produisent donnent à la trajectoire de la hanche, dans la course, une forme concave par en haut, inverse de celle qui existe dans la marche.

» B. *Mouvement du membre inférieur pendant le lever du pied.* — Le pied quitte le sol aussitôt que la vitesse communiquée au corps, suivant le prolongement du rayon du membre inférieur, l'emporte sur celle de l'allongement de ce rayon. Le membre est alors plus ou moins étendu; il est en extension complète dans la course vive. Pendant le lever du pied, le membre inférieur exécute des mouvements angulaires autour de la hanche, dont nous étudierons avant tout la trajectoire.

» *Trajectoire de la hanche.* — Cette courbe se divise d'une façon fort nette en trois arcs, alternativement convexes et concaves par en haut. Les arcs convexes correspondent aux périodes de suspension; l'arc concave intermédiaire coïncide avec l'appui du pied gauche.

» Le premier arc convexe est décrit pendant la suspension qui succède

à l'impulsion du pied droit; il est sensiblement parabolique ([1]); son sommet correspond à l'un des maxima d'élévation du tronc au-dessus du sol. La hauteur de ce maximum dépend de l'inclinaison du rayon du membre au moment de son impulsion finale et de la vitesse communiquée à la masse du corps. Le chemin parcouru est moindre pendant la suspension que pendant la durée de l'appui; son étendue est d'ailleurs liée à celle de la suspension elle-même et varie avec elle.

» L'arc concave qui vient ensuite et qui correspond, avons-nous dit, à l'appui du pied gauche, est sensiblement pareil à celui qui correspond à l'appui du pied droit; toutefois les balancements du bassin autour de ses axes vertical et transversal modifient légèrement la forme de cette trajectoire.

» Enfin, le dernier arc, dont la convexité regarde en haut et qui correspond à la seconde suspension, diffère peu de celui qui se produit dans la première période de suspension, immédiatement après l'appui du pied droit.

» *En résumé,* la trajectoire de la hanche dans la course présente, pendant un pas complet, la forme d'une ligne sinueuse à quatre courbures, à savoir : deux concavités tournées en haut, correspondant aux appuis, ainsi qu'à des minima d'élévation, et deux convexités correspondant aux suspensions et à des maxima d'élévation de la masse du corps au-dessus du sol.

» La *trajectoire du genou* résulte de celle de la hanche modifiée par les effets de la flexion de la cuisse, dont le déplacement angulaire peut atteindre 90°.

» Enfin, la *cheville*, pendant le lever du pied, suit une trajectoire qui résulte de la composition de celle du genou avec les mouvements angulaires de la jambe sur la cuisse. Durant la première moitié du lever, le genou est fléchi d'autant plus que l'allure est plus rapide; certains coureurs arrivent ainsi à faire toucher du talon la partie basse des fessiers.

» Dans la seconde moitié de l'appui, la jambe s'étend sur la cuisse; mais, au moment où le pied touche le sol, elle est encore légèrement fléchie et presque verticale.

» La trajectoire de la cheville, au lever, présente d'abord une grande élévation en se raccordant avec la courbe ascendante engendrée par le déroulement du pied à l'appui. A partir de ce moment, cette trajectoire s'abaisse; elle présente un point d'inflexion vers le milieu du pas et, finale-

---

([1]) Dans la Note sur le saut (24 août 1885), on a montré l'influence de l'attitude pendant la suspension sur la forme de la trajectoire d'un point du corps.

ment, rase le sol jusqu'au moment du poser. Le pied, qui était dans l'extension à la fin de l'appui, se fléchit dans la seconde moitié du pas et s'étend de nouveau au moment du poser.

» Le bassin exécute, autour de son axe transversal, des oscillations peu prononcées; mais il a des mouvements de rotation plus étendus autour d'un axe vertical qui passerait par la tête fémorale du membre à l'appui. L'effet de cette rotation est d'augmenter la vitesse de la hanche au lever.

» On a vu plus haut comment ces oscillations amènent dans la trajectoire de la hanche certaines dissemblances, suivant que l'on considère les inflexions correspondant à l'appui du pied droit ou celles qui concordent avec l'appui du pied gauche.

» Ces irrégularités ne se produisent pas dans la trajectoire du centre de gravité, non plus que dans celle du sommet de la tête et, en général, de tous les points situés dans le plan médian et qui reçoivent de l'action de chacun des membres des impulsions alternatives mais identiques.

» On doit encore noter que le poser du pied se fait toujours en avant de la verticale qui passe par l'articulation de la hanche, et que la distance qui sépare deux appuis du même pied, distance qui constitue la longueur du pas, dépend du degré d'extension du membre et de son inclinaison au moment de l'impulsion finale, beaucoup plus que de son degré d'allongement au moment du poser.

» Les appuis du pied se font symétriquement de part et d'autre d'une ligne moyenne dans la direction de la progression. Plus la course est rapide et plus les empreintes se rapprochent de cette ligne, sur laquelle les talons finissent par se poser. En même temps, l'angle d'ouverture du pied diminue et la pointe se porte en dedans, à des degrés divers qui semblent dépendre de la structure anatomique du sujet observé et probablement aussi à l'exagération des mouvements de torsion du bassin.

» Quelle que soit la vitesse de la course, la forme des différentes trajectoires que nous venons d'étudier conserve ses principaux caractères. Celle du centre de gravité du corps est de plus en plus tendue à mesure que la course est plus rapide; elle tend à s'approcher d'une ligne droite parallèle au plan du terrain. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir.* Note de M. **G.-A. Hirn.**

« Je fais hommage à l'Académie d'un nouveau travail ([1]), dont le titre : *La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir,* indique le but général. Dans ce Mémoire, j'ai eu en vue trois objets distincts, que je résume sous forme très concise.

» I. Accessoirement, en quelque sorte, j'ai répondu à des critiques qui ont été faites de côtés et d'autres, quant aux conclusions que j'avais tirées de quatre travaux antérieurs ([2]). Cette tâche m'a été facile, mais, j'ajoute, pénible. J'ai, en effet, reconnu avec un grand regret que les personnes qui ont jugé ces travaux n'ont tenu compte, non seulement ni de la discussion à laquelle j'ai soumis les faits, mais pas même des faits eux-mêmes que j'ai produits à l'appui de ces conclusions. On m'a reproché d'avoir négligé des considérations qui, au contraire, sautent aux yeux dans mon Exposé. En définitive, tous les lecteurs impartiaux verront que la critique, loin d'affaiblir mes arguments, leur a, au contraire, donné une force nouvelle et une dernière sanction.

» II. J'ai présenté sous une forme accessible à tout le monde les arguments qui rendent désormais insoutenable la théorie cinétique des gaz, rapportant à des mouvements moléculaires la plupart des propriétés de ces corps. J'ai montré qu'il s'agit ici d'une question de Physique pure, dans laquelle l'Algèbre n'intervient avec son utilité et sa puissance ordinaires qu'à la condition qu'on soit toujours bien pénétré du sens physique des

---

([1]) Mémoire publié par l'Académie royale de Belgique et déposé, en tirage à part, chez M. Gauthier-Villars.

([2]) *Recherches expérimentales et analytiques sur la relation qui existe entre la résistance des gaz au mouvement des corps et leur température; conséquences physiques et philosophiques qui découlent de ces expériences.*

Recherches expérimentales et analytiques sur les lois de l'écoulement et du choc des gaz en fonction de la température; conséquences physiques et philosophiques qui découlent de ces expériences (suivies des *Réflexions générales au sujet des Rapports de MM. les Commissaires-examinateurs de ce Mémoire*).

La notion de force dans la Science moderne.

Recherches expérimentales sur la limite de la vitesse que prend un gaz quand il passe d'une pression à une autre plus faible (chez M. Gauthier-Villars).

phénomènes et qu'on ne prétende pas traduire mathématiquement ce qui est physiquement impossible.

» Parmi les arguments que je cite, il en est trois au moins qui sont tels qu'on s'étonnera un jour que des physiciens aient pu admettre un seul instant la théorie cinétique des gaz.

» III. La cinétique des gaz pourrait être correcte, sans qu'il en résultât que la lumière, la chaleur rayonnante, l'électricité, les attractions et répulsions magnétiques, la gravitation relèvent de mouvements de la matière pondérable, ni infiniment moins encore que notre pensée ne soit elle-même qu'un mouvement moléculaire. Mais l'inverse n'est point vrai, et avec la théorie cinétique des gaz tombent les théories cinétiques en général qui ont la prétention d'expliquer tous les phénomènes possibles de l'univers par des mouvements invisibles de la matière.

» Deux grandes propositions se trouvent encore en regard et en antagonisme absolu. Selon l'une, le mouvement de la matière ne peut naître que d'un autre mouvement antérieur et par contact immédiat; selon l'autre, le mouvement ne naît jamais directement et par contact immédiat de matière à matière.

» J'ai montré que ces deux propositions, qui s'excluent l'une l'autre, reposent, non, comme d'aucuns le soutiennent, sur des considérations métaphysiques, mais bien, au contraire, sur des principes de Mécanique appliquée et élémentaire; la démonstration de l'une à l'exclusion de l'autre n'est pas à reléguer, comme on l'a dit, sur le domaine des rêves et des chimères : elle est au contraire à la portée de tous ceux qui se préoccupent plus de la réalité des phénomènes que de leur interprétation *a priori* et systématique. La première proposition et, par conséquent, toutes les théories cinétiques possibles, dont elle constitue le point de départ, tombent avec la théorie cinétique des gaz.

» J'ai présenté sous la forme la plus élémentaire possible, la plus accessible aux esprits les moins habitués à ce genre de discussions, la Doctrine qui se substitue de force à la Cinétique. J'ai montré qu'elle rend compte tout aussi facilement et beaucoup plus réellement de l'universalité des phénomènes du monde physique.

» Je suis bien loin de me flatter de convaincre tous les esprits de ce dont ils eussent dû être convaincus par eux-mêmes depuis longtemps. Les interprétations conçues *a priori*, en dehors de l'expérience et de l'observation, ont, chose assez étrange, plus de vitalité et de ténacité que les vérités conquises péniblement par l'étude de la Nature. Mais, ici comme en

bien d'autres questions, le temps fera son œuvre et fera disparaître de la Science positive une des plus monstrueuses erreurs que nous ait léguées l'Antiquité. »

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une Lettre du Gouvernement allemand qui lui a été communiquée par M. le Ministre des Affaires étrangères et informe l'Académie que la Conférence qui s'occupe de la mesure du Degré en Europe se réunira à Berlin le 20 octobre prochain.

(La Lettre est renvoyée à MM. Faye, Tisserand et Perrier qui représentent la France dans la Commission internationale.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *G. Van der Mensbrugghe* portant pour titre : « Sur l'instabilité de l'équilibre de la couche superficielle d'un liquide. »

2° Une brochure intitulée : « Étude critique sur la Mécanique », par M. *Calinon*. (Présentée par M. Maurice Lévy.)

M. Laur, député, fait savoir à l'Académie que le 17 septembre une violente éruption gazeuse s'est produite à la source du geyser de Montrond. Il y a eu jaillissement d'eau et de gaz jusqu'à une hauteur de 40^m. Cette éruption, qui a duré vingt minutes, peut faire craindre des dégagements de grisou et des secousses de tremblement de terre.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Winnecke, faites à l'observatoire de Nice (équatorial de Gautier).* Note de MM. Perrotin et Charlois, présentée par M. Faye.

Dates. 1886.	Étoiles.	☄ — ⋆. Δα.	☄ — ⋆. Δ℗.	Observateurs.
		m s	′ ″	
Août 27.......	*a* 25339 Lalande	—2.59,22	+ 1.22,0	Charlois.
30.......	*b* 25588 Lalande	—1.45,59	+ 6.25,4	Perrotin.
31.......	*c* 4989 Schjellerup	—1. 3,54	—13.20,1	Charlois.
Sept. 1.......	*d* 5004 Id.	—0. 2,51	+15.56,8	Id.

Positions des étoiles.

Dates. 1886.	Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1886,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne pour 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 27........	*a*	13.38.48,87	+0,95	95.35.20,2	+0,5	Lalande.
30........	*b*	13.48.59,99	+0,99	97.29.48,2	+0,5	B.A.C.
31........	*c*	13.52.10,75	+1,00	98.29.50,8	+0,5	Schjellerup.
Sept. 1........	*d*	13.55. 8,79	+1,00	98.41.54,4	+0,4	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Août 27......	8.30.31	13.35.50,60	$\bar{1}$.630	95.36.42,7	$0,795_n$	3
30......	8. 8.15	13.47.15,39	$\bar{1}$,622	97.36.14,1	$0,801_n$	4
31.....	7.55.32	13.51. 8,21	$\bar{1}$,615	98.16.31,2	$0,805_n$	6
Sept. 1......	8. 2.24	13.55. 7,28	$\bar{1}$,620	98.57.51,6	$0,804_n$	5

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des surfaces algébriques en elles-mêmes*. Note de M. ÉMILE PICARD, présentée par M. Hermite.

« M. Schwarz a montré (*Journal de Crelle*, t. 87) que les courbes du genre zéro et du genre un sont les seules qui puissent être transformées en elles-mêmes par une transformation birationnelle renfermant un paramètre arbitraire. Dans mes recherches sur les surfaces algébriques, j'ai été naturellement conduit à m'occuper des surfaces susceptibles de transformations birationnelles en elles-mêmes.

» Je voudrais indiquer aujourd'hui une proposition analogue à celle de M. Schwarz, et qu'on peut énoncer de la manière suivante : *Les surfaces algébriques, susceptibles de se transformer en elles-mêmes par une substitution birationnelle renfermant deux paramètres arbitraires, sont du genre zéro ou un.*

» Le genre dont il est question dans cet énoncé est celui que M. Nœther appelle *Flächengeschlecht*, et qui représente le nombre des coefficients arbitraires dans le polynôme d'ordre $m - 4$, *adjoint* à la surface supposée de degré m.

» Avant de démontrer ce théorème, reprenons la démonstration du théorème de M. Schwarz, en suivant une tout autre voie que l'éminent géomètre de Göttingue.

» Soit $f(x,y)=0$ l'équation de la courbe que transforme en elle-même la substitution birationnelle

$$(1)\qquad x'=\mathrm{R}(t,x,y),\qquad y'=\mathrm{R}_1(t,x,y),$$

où nous mettons en évidence le paramètre t. Nous pouvons, sans diminuer la généralité, supposer que, pour une valeur particulière $t=t_0$, la substitution précédente se réduit à $x'=x$, $y'=y$.

» Ceci posé, supposons que la courbe f soit de genre p, et soient

$$\int\frac{\mathrm{Q}_i(x,y)\,dx}{f'_y}\qquad (i=1,2,\ldots,p)$$

les p intégrales de première espèce. L'élément $\frac{\mathrm{Q}_1(x',y')\,dx'}{f'_{y'}}$, quand on remplace x' et y' par leur valeur (1) en x et y, prendra la forme

$$\sum_{i=1}^{i=p}\mathrm{A}_i\frac{\mathrm{Q}_i(x,y)\,dx}{f'_y};$$

les constantes A pourraient être des fonctions du paramètre t, mais nous allons précisément montrer qu'elles n'en dépendent pas. On le verrait de suite par la considération des périodes, en faisant parcourir p cycles distincts au point (x,y), et en intégrant; ce qui nous donnera p équations déterminant les A en fonction des périodes. On peut suivre une autre voie, qu'il sera plus facile d'étendre tout à l'heure.

» Reprenons la substitution

$$x'=\mathrm{R}(x,y),\qquad y'=\mathrm{R}_1(x,y);$$

les coefficients figurant dans les fonctions rationnelles R et R_1 sont, avons-nous supposé, des fonctions d'un paramètre; mais, d'autre part, ces coefficients seront nécessairement des fonctions *algébriques* d'un ou de plusieurs d'entre eux restant arbitraires; désignons ceux-ci par la lettre θ. Écrivons l'équation précédemment trouvée

$$\int_{x'_0,y'_0}^{x',y'}\frac{\mathrm{Q}_1(x',y')\,dx'}{f'_{y'}}=\sum_{i=1}^{i=p}\mathrm{A}_i\int_{x_0,y_0}^{x,y}\frac{\mathrm{Q}_i(x,y)\,dx}{f'_y}.$$

» Laissons maintenant (x,y) fixe, ainsi que (x_0,y_0); le second membre va être une fonction algébrique des θ; si cette fonction ne se réduit pas à une constante, elle deviendra infinie pour certaines valeurs des θ, ce qui

est impossible, puisque le premier membre est une intégrale de première espèce; on en conclut de suite que les A sont des constantes, c'est-à-dire qu'elles ne dépendent pas du paramètre t. En faisant $t = t_0$, on voit que

$$A_1 = 1, \qquad A_2 = A_3 = \ldots = A_p = 0.$$

On aura donc

$$\frac{Q_1(x', y')\,dx'}{f'_{y'}} = \frac{Q_1(x, y)\,dx}{f'_y};$$

dans l'hypothèse où l'on aurait $p > 1$, on aura pareillement

$$\frac{Q_2(x', y')\,dx'}{f'_{y'}} = \frac{Q_2(x, y)\,dx}{f'_y},$$

d'où l'on conclut

$$\frac{Q_1(x', y')}{Q_2(x', y')} = \frac{Q_1(x, y)}{Q_2(x, y)};$$

or une telle égalité est impossible, car elle établit entre (x, y) et (x', y') une relation où ne figure pas de paramètre arbitraire.

» La démonstration du théorème énoncé sur les surfaces va se faire d'une manière analogue; elle sera facile, après ce que nous venons de dire pour les courbes. La surface étant supposée de genre p, considérons les p intégrales doubles de première espèce, attachées à la surface

$$\int\int \frac{Q_i(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z} \qquad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

en désignant par $f(x, y, z) = 0$ l'équation de la surface, qui sera de degré m, et les Q étant les polynômes adjoints d'ordre $m - 4$. Soient les équations de la transformation birationnelle

$$(2) \qquad x' = R(t, t', x, y, z), \qquad y' = R_1(t, t', x, y, z), \qquad z' = R_2(t, t', x, y, z),$$

en mettant en évidence les deux paramètres t et t', et, quand nous disons que la transformation est à *deux* paramètres, nous entendons qu'à un point (x, y, z) de la surface correspond, par la transformation, et en faisant varier les paramètres, non pas une courbe, mais un point arbitraire de la surface. De plus, on peut toujours supposer que, pour un système particulier $t = t_0$, $t' = t'_0$, on ait $x' = x$, $y' = y$, $z' = z$.

» L'élément $\frac{Q_1(x', y', z')\,dx'dy'}{f'_{z'}}$, quand on remplace x', y', z' par leur valeur (2) en x, y, z, prend la forme

$$\sum_{i=1}^{i=p} A_i \frac{Q_i(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_{z'}};$$

on montrera, par des raisonnements analogues à ceux qui ont été faits plus haut, que les A ne dépendent pas des paramètres t et t', et enfin que

$$A_1 = 1, \qquad A_2 = \ldots = A_p = 0.$$

Nous pouvons donc écrire

$$\frac{Q_1(x', y', z')\, dx'\, dy'}{f'_{z'}} = \frac{Q_1(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_z};$$

si l'on a $p > 1$, on aura une relation analogue en remplaçant Q_1 par Q_2; on en conclut que

$$\frac{Q_1(x', y', z')}{Q_2(x', y', z')} = \frac{Q_1(x, y, z)}{Q_2(x, y, z)},$$

relation impossible, si la transformation contient réellement deux paramètres arbitraires. Le théorème énoncé est donc établi.

» J'examinerai dans une autre Communication le cas des transformations ne contenant qu'un paramètre arbitraire, ou n'en contenant aucun, et je présenterai quelques remarques concernant la théorie générale des surfaces algébriques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles non linéaires*. Note de M. **Roger Liouville**.

« Pour qu'une équation différentielle du second ordre admette une intégrale générale où les constantes arbitraires entrent linéairement, il faut et il suffit qu'elle soit de la forme

$$(1) \qquad y'' + a_1 y'^3 + 3a_2 y'^2 + 3a_3 y' + a_4 = 0,$$

les coefficients $a_1, a_2, \ldots, a_4$ étant des fonctions de x et de y qui vérifient ces deux identités

$$(2) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{2\,\partial a_3}{\partial y} - \dfrac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) - \dfrac{\partial}{\partial y}\left(\dfrac{\partial a_4}{\partial y} + 3a_2 a_4\right) \\ \qquad + 3a_3\left(\dfrac{2\,\partial a_3}{\partial y} - \dfrac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) + a_4\left(\dfrac{\partial a_1}{\partial x} + 3a_1 a_3\right) = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial y}\left(\dfrac{\partial a_3}{\partial y} - \dfrac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) + \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{\partial a_1}{\partial x} - 3a_1 a_3\right) \\ \qquad - 3a_2\left(\dfrac{\partial a_3}{\partial y} - \dfrac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) + a_1\left(\dfrac{\partial a_4}{\partial y} + 3a_2 a_4\right) = 0. \end{cases}$$

» Il existe alors entre une fonction z et ses dérivées partielles des deux

premiers ordres un système d'équations linéaires, dont la solution générale contient trois constantes arbitraires et, annulée, représente l'intégrale de l'équation (1). Avec les notations d'Ampère, ce système est le suivant :

$$(3)\quad \begin{cases} t + a_1 p - a_2 q + z\left(\dfrac{\partial a_2}{\partial y} - \dfrac{\partial a_1}{\partial x} + 2a_1 a_3 - 2a_2^2\right) = 0, \\ s + a_2 p - a_3 q + z\left(\dfrac{\partial a_3}{\partial y} - \dfrac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4 - a_2 a_3\right) = 0, \\ r + a_3 p - a_4 q + z\left(\dfrac{\partial a_4}{\partial y} - \dfrac{\partial a_3}{\partial x} + 2a_2 a_4 - 2a_3^2\right) = 0. \end{cases}$$

» Son étude, équivalente à celle de l'équation proposée, dépend uniquement, d'après une Note précédente (*Comptes rendus*, 7 décembre 1885), d'une équation différentielle ordinaire, du troisième ordre et linéaire. Mais, dans les coefficients de celle-ci, figure en général un paramètre qu'on doit y laisser indéterminé; on conçoit sans peine les complications qu'entraîne avec elle cette circonstance, d'ailleurs liée à la nature même de la question. Aussi convient-il de distinguer les cas où une semblable difficulté peut être évitée. Cela est possible, notamment si la deuxième équation du système (3),

$$(4)\quad s + a_2 p - a_3 q + z\left(\frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4 - a_2 a_3\right) = 0,$$

s'intègre par la méthode de Laplace ou bien si l'on sait avec cette équation et l'une des deux autres former une combinaison linéaire que la méthode indiquée permette d'intégrer.

» Comme chaque substitution effectuée dans l'équation (4) transforme le système dont elle fait partie en un autre de même espèce, il est clair que tous les cas mentionnés se ramènent en définitive à celui où l'équation (4) est susceptible d'une décomposition immédiate; il exige une des conditions suivantes

$$(5)\quad \frac{2\,\partial a_3}{\partial y} - \frac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4 = 0,$$

$$(6)\quad \frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4 = 0,$$

et, lorsqu'on admet par exemple la dernière, l'équation (4) peut être remplacée par celle-ci

$$(7)\quad q + a_2 z = \mathrm{Y} e^{\int a_3 dx},$$

où Y ne dépend pas de x. Grâce aux deux équations non encore utilisées

du système (3), il s'en déduit en général une expression explicite de z, contenant Y avec ses dérivées des deux premiers ordres, puis pour Y une équation différentielle, du troisième ordre et linéaire. Celle-ci définissant une fonction de y seulement, ses coefficients ne peuvent renfermer x et, puisque l'intégration du système (3) est rattachée à cette équation, le résultat désiré se trouve obtenu.

» Au reste, alors même qu'aucune hypothèse n'est faite sur les équations du système (3), il existe une combinaison linéaire des deux dernières pour laquelle les transformations de Laplace fourniraient une décomposition immédiate. Sa recherche dépend d'une équation différentielle, linéaire et du troisième ordre, dont les coefficients, il est vrai, renferment un paramètre, mais dont une solution connue réduit, comme précédemment, tout le problème à l'intégration complète d'une équation différentielle linéaire, *dont les coefficients ne contiennent aucune arbitraire*.

Si les identités (2) sont vérifiées, à l'équation (1) on en peut associer une seconde

$$y'' + A_1 y'^3 + 3A_2 y'^2 + 3A_3 y' + A_4 = 0,$$

qui s'intègre en même temps qu'elle; ses coefficients sont donnés par les relations suivantes

$$(8)\quad \begin{cases} A_1 = -a_1, & A_2 = -a_2 + \dfrac{1}{3}\dfrac{\partial \log a_1}{\partial y}, \\[2mm] A_3 = -a_3 + \dfrac{2}{3}\dfrac{\partial \log a_1}{\partial x}, & A_4 = -\dfrac{1}{a_1}\left(\dfrac{\partial a_3}{\partial y} - \dfrac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right), \end{cases}$$

où les lettres a et A peuvent être échangées l'une pour l'autre.

» L'expression générale des fonctions $a_1, \ldots, a_4$, qui satisfont aux identités (2), s'obtient si l'on suppose $a_1 = 0$, ou bien l'équation (6); ces deux cas se correspondent par des équations semblables à (8). Le premier donne lieu à des formules telles que celles-ci

$$(9)\quad \begin{cases} 3A_3 + \dfrac{\partial \log}{\partial x}\left(\dfrac{\partial\alpha}{\partial x}\right) = 0, \\[2mm] A_2 + \alpha + \dfrac{2}{3}\dfrac{\partial \log}{\partial y}\left(\dfrac{\partial\alpha}{\partial x}\right) = 0, \qquad A_4 = 0, \\[2mm] A_1\dfrac{\partial\alpha}{\partial x} + \dfrac{\partial^2\alpha}{\partial y^2} + 3\alpha\dfrac{\partial\alpha}{\partial y} + \alpha^3 - 3H\alpha + H_1 = 0, \end{cases}$$

dans lesquelles ayant mis pour α une fonction entièrement arbitraire des deux variables, on assujettit H et H_1 à la seule condition de ne pas ren-

fermer x. Voici maintenant la règle pour intégrer l'équation (1), toutes les fois que la relation (6) est vérifiée avec les identités (2). A_1, A_2, A_3 étant définies selon les formules (8), je détermine une fonction α par l'équation

$$\alpha = -\left[A_2 + \frac{2}{3}\frac{\partial \log}{\partial y}\left(\frac{2\partial A_3}{\partial y} - \frac{\partial A_2}{\partial x}\right)\right],$$

d'où doit résulter la suivante

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} = \frac{2\partial A_3}{\partial y} - \frac{\partial A_2}{\partial x},$$

puis je prends

$$3H = \frac{\partial A_1}{\partial x} - 3A_1A_3 + \frac{\frac{\partial^3 \alpha}{\partial x \partial y^2}}{\frac{\partial \alpha}{\partial x}} + 3\left[\frac{\partial \alpha}{\partial y} + \alpha^2 + \alpha\frac{\partial \log}{\partial y}\left(\frac{\partial \alpha}{\partial x}\right)\right],$$

et la fonction H est indépendante de x, en vertu des relations (2) et (6); je me sers enfin pour obtenir H_1 de la dernière des équations (9). Cela fait, si l'on construit l'équation différentielle,

$$(10) \qquad Y''' - 3HY' - (3H' - H_1)Y = 0,$$

dont les coefficients ne renferment pas x, la solution générale du système (3) est donnée par cette formule

$$z = A_1^{-\frac{1}{3}}\left(\frac{\partial \alpha}{\partial x}\right)^{-\frac{2}{3}}\left[Y'' - \alpha Y' + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial y} + \alpha^2 - 3H\right)Y\right]$$

et $z = 0$ exprime l'intégrale de l'équation proposée (1). Les difficultés qui peuvent se rencontrer dans l'étude de cette dernière ne tiennent pas, on le voit, à la fonction α, mais uniquement à la nature des fonctions H et H_1, qui figurent seules dans l'équation (10). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note historique sur une série dont le terme général est de la forme* $A_n(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n)$. Note de M. G. **Eneström**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note intitulée : *Sur la formule d'interpolation de Lagrange*, et insérée au Tome CI, pages 1050-1053, 1129-1131 des *Comptes rendus*, M. J. Bendixson s'est occupé de la série

$$(A) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{\alpha - x} &= \frac{1}{\alpha - a_1} + \frac{x - a_1}{(\alpha - a_1)(\alpha - a_2)} + \cdots \\ &\quad + \frac{(x-a_1)\ldots(x-a_\nu)}{(\alpha - a_1)\ldots(\alpha - a_\nu)(\alpha - a_{\nu+1})} + \cdots. \end{aligned} \right.$$

» Cette série a aussi été indiquée par d'autres auteurs, par exemple par M. Fröbenius dans le Mémoire *Ueber die Entwickelung analytischer Functionen in Reihen die nach gegebenen Functionen fortschreiten*, inséré dans le *Journal de Crelle* (t. 71, p. 1 et suiv.). M. Fröbenius pose

$$P_n(x) = (x - a_0)(x - a_1)\dots(x - a_{n-1})$$

et donne la série sous la forme

$$\sum_0^{n-1} \frac{P_\nu(x)}{P_{\nu+1}(y)} = \frac{1}{y - x}\left[1 - \frac{P_n(x)}{P_n(y)}\right].$$

» Au point de vue historique, la série citée a un intérêt particulier, parce qu'elle est la première de cette espèce qui a été étudiée par les géomètres, et parce qu'elle a été indiquée déjà au commencement du XVIIIe siècle, c'est-à-dire à une époque où la théorie générale des séries infinies était encore peu développée.

» En effet, Nicole, dans son Mémoire *Méthode pour sommer une infinité de suites nouvelles, dont on ne peut trouver les sommes par les méthodes connues* (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Paris,* année 1727, p. 257-268), a proposé la série

$$\text{(B)}\quad \frac{1}{a} + \frac{b}{a(a+c)} + \frac{b(b+c)}{a(a+c)(a+d)} + \frac{b(b+c)(b+d)}{a(a+c)(a+d)(a+e)} + \cdots;$$

on voit de suite que cette série devient identique avec (A) si l'on y pose

$$\alpha = a, \quad x = b, \quad a_1 = 0, \quad a_2 = -c, \quad a_3 = -d, \quad a_4 = -e, \quad \dots.$$

» Pour sommer la série (B), Nicole part de la fraction $\frac{1}{a-b}$, qu'il transforme successivement en

$$\frac{1}{a} + \frac{b}{a(a-b)}, \quad \frac{1}{a} + \frac{b}{a(a+c)} + \frac{b(b+c)}{a(a+c)(a-b)}, \quad \dots;$$

il s'ensuit que la somme d'un nombre fini de termes de la suite (B) est égale à l'expression

$$\frac{1}{a-b} - \frac{b(b+c)(b+d)(b+e)\dots}{a(a+c)(a+d)(a+e)\dots}\,\frac{1}{a-b}.$$

» Nicole suppose maintenant que toutes les quantités c, d, e, ... soient finies. Il remarque que si $b < a$, le second terme est évidemment infiniment petit quand la série devient infinie, et que, par conséquent, $\frac{1}{a-b}$ est la somme de la série infinie (B); pendant que, si $b > a$, la somme de la série

est infiniment grande. Il fait aussi observer que, de la série (B), on obtient la série géométrique en posant

$$c = d = e = \ldots = 0.$$

» Le cas où la série des quantités $c, d, e, \ldots$ tend vers l'infini n'est pas traité par Nicole.

» Je me permets d'appeler spécialement l'attention sur le fait que Nicole distingue expressément le cas où la série (B) a une somme finie, du cas où la somme est infiniment grande. En effet, à cette époque-là, les géomètres attribuaient ordinairement aux séries des sommes sans fixer les conditions de convergence. »

ANATOMIE. — *Recherches sur la structure des centres nerveux chez les Arachnides.* Note de M. **G. Saint-Remy**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Communication précédente, j'ai fait connaître le résultat de mes recherches sur la structure du cerveau du Scorpion. J'ai, depuis, étendu mes observations aux Aranéides (*Tegeneria domestica*, *Epeira diadema*) et aux Phalangides (*Phalangium opilio*). Dans ces ordres le cerveau offre le même plan d'organisation que dans celui des Scorpionides. La substance médullaire du ganglion optique y forme également à la partie supérieure et postérieure un bourrelet transversal que l'acide osmique colore fortement en noir et montre divisé en trois lamelles. Les commissures œsophagiennes sont formées par le ganglion des chélicères.

» Les cellules nerveuses chez les Arachnides semblent pouvoir être divisées en deux groupes : les unes ont une couche protoplasmique bien nette entourant le noyau; les autres, très pauvres en protoplasma, paraissent représentées seulement par un noyau et correspondant « aux noyaux ganglionnaires » de Dietl. Ces dernières paraissent n'exister que dans le cerveau, et plus spécialement dans la région optique dont elles forment en grande partie l'écorce. Il est permis de rapprocher ce fait de ce qui a été observé chez les Insectes, où les « noyaux ganglionnaires » forment la majeure partie des couches cellulaires du ganglion optique et des corps fongiformes.

» A l'égard de la masse sous-œsophagienne, Schimkewitsch a indiqué, dans son *Anatomie de l'Epeire*, que chez les Aranéides elle est formée de six centres de chaque côté de la ligne médiane, les cinq premiers étant les

ganglions thoraciques, le dernier étant ce qu'il appelle le *ganglion abdominal.* On retrouve cette disposition chez les Phalangides, où elle avait déjà été esquissée par Leydig (*Arch. f. A. u. Ph.,* 1862).

» Chez le Scorpion, la portion sous-œsophagienne du système nerveux est constituée par une masse principale due à la fusion des ganglions thoraciques et des premiers ganglions abdominaux, et par sept ganglions abdominaux séparés qui lui font suite. La masse nerveuse affecte à peu près la forme d'un triangle isoscèle dont la base, tournée en avant, serait fortement échancrée. Les deux angles antérieurs donnent naissance aux nerfs des pédipalpes, volumineux; je n'ai jamais observé entre eux, ni sur les pièces entières, ni sur les coupes, le tubercule médian indiqué par M. Blanchard et d'où partiraient d'après lui les nerfs buccaux. La structure de cette masse est la même que dans les deux autres groupes; les quatre cinquièmes antérieurs, environ, représentent la portion thoracique. Dans cette région la masse médullaire est divisée latéralement en cinq lobes d'où partent les nerfs des palpes et des pattes. Ces lobes, peu marqués à la partie supérieure, le sont au contraire beaucoup plus à la partie inférieure, où ils s'écartent et sont séparés par des amas considérables de cellules nerveuses. La portion postérieure représente une pointe qui se continue en arrière par les deux commissures allant au premier ganglion abdominal libre. Elle est formée de deux moitiés latérales de substance médullaire séparées incomplètement par un prolongement du névrilemme qui s'élève verticalement et revêtues de chaque côté par un amas de cellules ganglionnaires. La partie supérieure a la structure ordinaire; la partie inférieure est formée par deux noyaux symétriques de substance médullaire d'une structure particulière, d'où partent, en arrière et en bas, les nerfs qui vont aux organes pectiniformes. Dans ces centres, la substance médullaire se montre différenciée en rubans courts et épais plus fortement colorés par l'acide osmique et diversement contournés. Cette structure a la même origine que celle indiquée par Dietl pour les lobes antennaires, c'est-à-dire qu'elle est due à la plus grande finesse, en certains points du réticulum, de la substance médullaire. Cette analogie de structure entre les centres nerveux des peignes et ceux des antennes appuie l'opinion qui regarde les peignes comme des organes sensoriels. Il n'existe naturellement rien de semblable dans la masse sous-œsophagienne des Aranéides et des Phalangides. En arrière, ce noyau médullaire donne naissance au nerf du peigne; en avant, il se continue par un faisceau de fibrilles qui se confondent sur la ligne médiane avec celles qui envoient

les autres ganglions de la masse vers la partie antérieure et probablement jusqu'au cerveau.

» Les ganglions de la chaîne se montrent nettement formés de deux moitiés fusiformes, symétriques, fusionnées seulement dans la région moyenne : le névrilemme forme sur la ligne médiane, à la face inférieure, une crête dans la substance médullaire. De chaque côté de cette crête existe une couche de cellules qui s'étend un peu sur les faces latérales. La face supérieure des ganglions, comme celle de la masse sous-œsophagienne, ne présente pas de cellules.

» La substance médullaire (*Punktsubstanz* de Leydig) montre, après traitement par l'acide osmique, un aspect finement réticulé. En certains points elle est nettement formée de fines fibrilles.

» Je suis heureux d'offrir à M. le prof. de Lacaze-Duthiers mes plus vifs remercîments pour l'obligeance avec laquelle il m'a fait envoyer plusieurs fois des Scorpions de son laboratoire de Banyuls. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la configuration et l'étendue du bassin houiller de Carmaux*. Note de MM. **Alfred Caraven-Cachin** et **Grand**, présentée par M. Hébert.

« Pour se faire une idée de la configuration primitive du bassin houiller, il faudrait annuler par la pensée les mouvements qui lui ont donné sa forme actuelle. Ici le champ des hypothèses est ouvert.

» Cependant, grâce à nos études et aux sondages qui viennent d'être exécutés sur le bassin de Carmaux pour déterminer l'étendue souterraine du bassin houiller, nous pensons que le vase de dépôt était assez accusé, puisque, à la limite nord du bassin, il atteint une profondeur de 379^{m}. De plus, ce vaste sillon est formé par une ondulation du terrain primitif en forme de vallée plus ou moins large, à pente assez accentuée, ouverte du côté du midi, barrée au nord, à l'est et à l'ouest par les micaschistes.

» Voici les coupes des sondages :

1° *Sondage de l'Arbonne* (160^{m} d'altitude).

Terrain tertiaire	95^{m}
Terrain houiller	manque
Terrains anciens.	

2° *Sondage de Saint-Quintin* (228^m d'altitude).

Terrain tertiaire	75^m
Terrain houiller sans couches de houilles	175^m
Diorite.	

3° *Sondage de la Maurélié* (245^m d'altitude).

Terrain tertiaire	115^m
Terrain houiller décomposé	25^m
Terrain primitif.	

4° *Sondage de Cagnac* (317^m d'altitude).

Terrain tertiaire		156^m
Terrain houiller, 180^m.	Épaisseur de la première couche de houille	1,30
	Épaisseur de la deuxième couche de houille	6
	Épaisseur de la troisième couche de houille	16

» Ainsi donc, les études sur le terrain et les sondages accomplis jusqu'à ce jour autour de Carmaux nous font connaître, avec toute la certitude désirable, les limites nord, est et sud du bassin houiller de cette localité. Quant à la limite ouest, il est probable que les micaschistes de Monestiés lui servent de ceinture. En outre, ces observations nous permettent de constater que le bassin de Carmaux occupe, dans sa partie souterraine, une étendue d'environ 11^{km} de longueur, de Rozières à Saint-Quintin. C'est là un fait d'une haute importance pour l'avenir industriel de nos charbonnages.

» C'est dans cette vallée, formée par les terrains primitifs, et dont nous ne connaissons pas encore exactement la largeur, que les strates houillères se sont accumulées horizontalement, toujours et généralement partout sous une faible hauteur d'eau et grâce à l'affaissement, tantôt lent, tantôt saccadé, qui a duré tout le temps de la formation. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les affinités des flores oolithiques de la France occidentale et de l'Angleterre.* Note de M. **L. Crié**, présentée par M. Chatin.

« J'ai exposé dans cette Note les premiers résultats de mes études comparatives concernant les flores oolithiques de la France occidentale et de l'Angleterre.

» Les conifères sont représentés à Mamers (Sarthe) et à Scarborough (Yorkshire) par des empreintes de *Brachyphyllum* qui offrent une remarquable identité.

» Le *Brachyphyllum mamillare* Brgn., fossile de la flore de Scarborough, a été récemment découvert dans la grande oolithe de Mamers ([1]). Cette espèce, qui ne peut être confondue avec le *Brachyphyllum Desnoyersii* Sap., tient le milieu, ainsi que l'a fait observer M. G. de Saporta entre le *Brachyphyllum Papareli* Sap., et le *B. moreananum* Sap., des calcaires blancs coralliens des environs de Verdun. Le *B. Desnoyersii* Sap., dont les couches de Mamers et d'Etrochey renferment les restes, existe aussi en Angleterre, à Christian Malford (Wiltshire). Je possède des fragments de rameaux de *Brachyphyllum Desnoyersii* qui laissent voir la disposition, en écussons, des anciennes feuilles; sur d'autres spécimens, le tissu des branches est représenté par une cavité enduite d'une légère poussière brune.

» Le moule produit par ces parties de la plante montre que leur surface était couverte de tubercules à base hexagonale formant des sortes de pyramides obtuses à arêtes quelquefois très marquées. Ces tubercules sont disposés en séries longitudinales régulières, lorsque la compression ne les a pas déformés. Ailleurs, sur les plus grosses tiges, le sommet des feuilles présente une cicatricule en forme de fossette. Cette fossette correspond sans doute à la petite proéminence qui existe à la face dorsale des feuilles chez la plupart des *Brachyphyllum*. Quelques échantillons pourvus de cicatrices hexagonales, déprimées et séparées les unes des autres par de larges sillons, permettent de s'assurer que ces écussons devenaient plus larges à mesure que la tige augmentait d'épaisseur. La présence respective des deux conifères que je viens de mentionner n'est pas le seul lien qui rattache la végétation oolithique de l'ouest de la France à celle de l'Angleterre. Si nous considérons la famille des Cycadées, il est facile de constater entre Mamers et Scarborough une aussi étroite affinité. L'*Otozamites graphicus* Schimp. (*Otopteris graphica* Bean) est connu aujourd'hui dans les dépôts oolithiques de Mamers (Sarthe), de Valognes (Manche) et de Scarborough (Yorkshire).

» L'*Otozamites pterophylloides* Brongn. ([2]), que j'ai récemment décou-

---

([1]) *Voir* L. Crié, *Contribution à la flore oolithique de l'ouest de la France.* (*Comptes rendus,* 6 juillet 1885.)

([2]) L'*Otozamites Brongniartii* Schimp. est une forme bathonienne de l'oolithe de Mamers qui appartient au groupe de l'*Otozamites pterophylloides*.

vert aux environs de Mamers, possède des feuilles polymorphes dont quelques-unes ne diffèrent réellement par aucun caractère appréciable de celles de l'*Otopteris acuminata* Lindley, de la flore de Scarborough.

» Je citerai aussi l'*Otozamites Saportana*, nov. sp., qui témoigne d'une étroite analogie d'aspect et de nervation avec la plante de l'oolithe anglaise que Bean a nommée *Pterophyllum medianum;* et le *Cycadites mamertina*, nov. sp., espèce élégante dont les feuilles retracent fidèlement le type du *Cycadites pecten* Phill., du Yorkshire.

» Il existe encore à Scarborough des empreintes qui accusent une grande ressemblance, dans la disposition des feuilles et surtout dans le réseau veineux, avec l'*Otozamites marginatus* Sap., remarquable espèce de la flore de Mamers. Cette Cycadée et plusieurs de ses formes, dont l'affinité mutuelle est visible, ont dû recouvrir, vers le milieu de la période oolithique, certains points du sol émergé de l'Europe, dans les Alpes vénitiennes et aux environs de Mamers et de Scarborough. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Trombe du 14 septembre à Marseille.*
Lettre de M. **Barthelet** à M. Faye.

« J'ai pu observer la trombe qui a signalé, à Marseille, l'orage du 14 septembre. Voici la Note que j'ai rédigée immédiatement :

» Nous étions sur la terrasse de la Réserve, du côté du couchant. Vers $12^h 40^m$ (heure de Paris) dans des nuages gris assez peu foncés, j'ai vu une nuée plus claire, tirant sur le blanchâtre de la vapeur d'eau condensée, s'allonger en cône très pointu. Je fus sur le point de la signaler à mes convives en leur disant que cela ressemblait à une trombe qui commençait.

» La situation apparente de la partie centrale était sur une ligne se dirigeant de l'endroit où nous nous trouvions sur l'Estaque ou le vallon de Riou, mais verticalement elle se trouvait au-dessus de la mer, probablement à la hauteur du village ou de la gare de l'Estaque.

» La pointe était déviée assez fortement dans le sens de l'ouest, direction suivie par les deux orages qui s'étaient produits le matin, l'un vers 10^h, l'autre vers 11^h.

» Comme je croyais n'avoir observé qu'un jeu de la nature, je n'y pensais plus; mais, quelques minutes après (quatre à cinq au plus), nos voisins de table se levèrent en disant : « Une trombe! »

» Nous regardâmes du même côté et je vis que le cône que j'avais remarqué quelques minutes auparavant avait atteint la mer.

» Le tube, d'une coloration plus claire que les nuages, s'allongea en se recourbant davantage; alors que la distance du pied à la projection de l'entonnoir était d'abord sensiblement égale à la hauteur de ce dernier, elle devint bientôt assez notablement plus grande.

» L'ensemble se déplaçait avec une certaine rapidité vers l'ouest.

» A la base, une espèce de nuage de vapeur et d'écume, d'un diamètre apparent d'une quarantaine de mètres, annonçait un trouble très grand à la surface de la mer; mais il semblait que ce trouble, en raison des espèces de jets d'eau qui s'élevaient des bords, fût causé par un *refoulement*. Il ne nous a pas paru possible qu'une aspiration pût produire un pareil mouvement.

» Le tuyau de la trombe était coloré en certains endroits en nuances plus claires, et présentait des spirales dans le sens d'une hélice.

» A $12^h 55^m$ (h. de Paris), le tube s'évanouit presque en même temps sur toute sa longueur : il m'a semblé cependant que la rupture s'était faite d'abord par le bas et en un ou deux endroits, mais je ne voudrais pas l'affirmer. Le nuage d'écume et d'eau soulevée a persisté pendant quelques instants avec la même apparence qu'il avait pendant sa jonction avec le sommet de la trombe.

» Au moment où j'ai commencé à observer la trombe complète, le centre était dans la direction de la batterie de la Corbière, la base sur le prolongement d'une ligne joignant la Réserve au laboratoire de Zoologie maritime d'Endoume, plutôt sur la droite que sur la gauche. Quand le phénomène a cessé, la base allait disparaître derrière Ratonneau; je n'ai pas observé où était le centre. La trombe s'était déplacée parallèlement au rivage. Aucune embarcation ne paraissait dans cette partie du golfe de Marseille. Un vapeur a paru dix minutes après la cessation de la trombe, débouchant derrière Ratonneau.

» Il ne semblait pas pleuvoir dans la région de la trombe. »

M. L. Fauvart-Bastal adresse une Note relative à « un nouveau système pour la pose des rails d'une voie ferrée ».

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 septembre 1886.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Collection in-8°, t. VIII (premier Fascicule). Bruxelles, F. Hayez, 1886; in-8°.

Observations sur les groupes sédimentaires les plus anciens du nord-ouest de la France; par M. Hébert. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir. Réponse à diverses critiques faites par M. Clausius; par G.-A. Hirn. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Fossiles caractéristiques des terrains sédimentaires dessinés sous la direction de M. A. de Lapparent; par Paul Fritel : *Fossiles tertiaires.* Paris, F. Savy, 1886; in-4°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 1886. Épinal, V. Collot; Paris, A. Goin, 1886; in-8°.

Théorie des machines magnéto et dynamo-électriques; par M. A. Vaschy. Paris, Dunod, 1886; in-8°. (Extrait des *Annales télégraphiques.*)

ERRATA.

(Séance du 2 août 1886.)

Page 362, ligne 12, *au lieu de* à travers un prisme, *lisez* dans l'intérieur d'un prisme.

(Séance du 6 septembre 1886.)

Page 490, lignes 7 et 9, *au lieu de* décroissants, *lisez* croissants.